

原著論文

専門学校生の踏み台運動負荷による唾液アミラーゼ値 及び心拍数への影響（第3報）

Influence of Step Ladder Exercise on Salivary Amylase Value and Cardiac Rate (III)

池田大佑*、朝日直人*、木元泰子**、岩井秀明*、眞木俊夫*

Daisuke Ikeda, Naoto Asahi, Yasuko Kimoto, Hideaki Iwai, and Toshio Maki

* 武蔵野栄養専門学校、** 武蔵丘短期大学

Abstract

An experiment was conducted on college students studying nutrition to assess their physiological response to 6 minutes exercise on a step-ladder. There were two groups of students; one was examined in the morning and the other in the afternoon. The salivary amylase level and cardiac rate of each student was recorded three times: before exercise, after 2 minutes of exercise, and after 10 minutes of exercise. The results were analyzed based on the student's gender and experimental time. Overall, males exhibited lower salivary amylase levels than females before exercise. There was also a significant difference. Nonetheless, after 2 minutes of exercise, the males produced a greater amount of amylase and had a higher cardiac rate, signaling fatigue. After 10 minutes of exercise, the males demonstrated a more significant decrease in amylase and cardiac levels than females, and thus a more marked recovery. Amylase levels at rest were lower in males in the morning and lower in females in the afternoon. It could not be confirmed whether the use of smartphones during exercise impacted the results.

Key words : salivary amylase, cardiac rate, exercise, recovery, smartphones

I はじめに

著者ら¹⁾は、運動負荷前後の唾液アミラーゼ値と心拍数から、疲労・ストレスの数値化の可能性を検討した。その結果、唾液アミラーゼ値は、踏み台運動2分後経過時にピークを示すグループが多かった。しかし、運動前に高い疲労感を訴えていた割には、唾液アミラーゼ値は高くなく、性差も認められないことが分かった。

昨今、過労という用語が頻繁に飛び交い、疲労が蓄積した状態での度重なる就労によって起こる所謂過労死が問題となっている。業務における過重な負荷により脳血管疾患又は虚血性心疾患等に繋がるとされており、強い心理的負荷による精神障害を発病したとする労災請求件数は年々増加している²⁾。それに伴い身体的休息が必要であると考えられるが、Gerberら³⁾は、食後10分の運動でも心疾患リスクや慢性的なストレスに対しての有効性が認められることを報告している。また、健康日本21⁴⁾において、

運動をよく行っている者は、総死亡や虚血性心疾患、高血圧、糖尿病などの罹患率や死亡率が低く、メンタルヘルスや生活の質の改善に効果をもたらすことが示され、ただ休息をとる消極的休息だけでなく積極的休養の大切さが示されてきた。

唾液による疲労・ストレスの評価は非侵襲的であり、容易に採取や測定がしやすい。唾液アミラーゼ値は、疲労・ストレスに対して比較的早い反応が観察される^{5,6)}。特に女性において、運動前後でアミラーゼ値の有意な上昇がみられたという報告がある⁷⁾。また、肉体へのストレスは、心身や精神的なストレスよりもより大きな刺激を与えやすいという報告もある⁸⁾。

当校学生らの多くは、一日の生活時間の中でスマートフォン（以下、スマホと略す）を多用していることが判明した⁹⁾。長時間の使用による学生らの体力変化が運動負荷に少なからず影響することも考えられた。

そこで、改めて運動前後の唾液アミラーゼ値と心拍数を測定し、スマホの使用時間を加味し、疲労・ストレス状態の度合いを評価した。併せて、性差についての検討も行った。

Ⅱ 調査方法

1. 対象者および方法

1) 対象者

目的や方法に関して十分に説明を行い、書面で参加の同意が得られた学生を対象とし、アンケート調査に回答した男性 20 名、女性 136 名、合計 156 名を被験者とした。

2) 測定条件

測定に関しての条件、および測定方法に関しては前報¹⁾の通りに行った。唾液アミラーゼモニターによるバックグラウンド値は 3KU/L であったことから、3KU/L 以下の測定値は、データとして採用せず解析

を行った。また、150KU/L 以上は、異常値とみなし除外した。

踏み台運動負荷前後の男女学生の唾液アミラーゼ値と心拍数から、測定した時間帯による疲労・ストレスとの関係について調査をした。

以下の通り、唾液アミラーゼモニターで得られた値から、経験的に疲労・ストレスの判定が可能になっている。

～30KU/L ; 疲労・ストレスはない。

31～45KU/L ; 疲労・ストレスややあり。

46～60KU/L ; 疲労・ストレスあり。

61KU/L～ ; 疲労・ストレスはかなりあり。

安静時の心拍数は、秋山ら¹⁰⁾が報告した平均 70 ± 10 回/分を平常として用いた。

3) 統計解析

検定については、Excel2013 を用い、有意差検定を行った。p<0.05 を有意差ありとみなした。

表 1 運動前後における唾液中の平均アミラーゼ値と平均心拍数

被験者 (人数)	平均アミラーゼ値 (KU/L) ±標準偏差			平均心拍数 (回/分) ±標準偏差		
	運動開始前	運動後 2 分	運動後 10 分	運動開始前	運動後 2 分	運動後 10 分
全学生 (n=156)	18±16	22±19	17±12	77±12	90±17	85±14
		*	*		*	*
全男性 (n=20)	11±10	24±19	17±10	82±16	104±18	92±16
	*	*	*	*	*	*
全女性(n=136)	19±16	22±19	17±13	77±11	87±16	84±14
		*			*	
午前男性(n=10)	6±2	27±19	18±13	81±17	101±21	93±20
	*	*	*	*	*	*
午前女性(n=79)	21±15	21±18	17±13	74±9	84±17	80±12
					*	*
午後男性(n=10)	16±12	22±19	17±6	83±16	108±15	92±12
				*	*	*
午後女性(n=57)	18±17	24±21	16±12	80±11	92±14	89±14
	*	*		*	*	*

(* : p<0.05)

Ⅲ 結果および考察

表 1 に運動開始前と運動後の唾液中の平均アミラーゼ値および平均心拍数を示した。

1. 全学生

今回、踏み台運動に参加した全学生の運動開始前および運動負荷による疲労の経緯をみると、運動開

始前の唾液アミラーゼ値は 18KU/L、心拍数は 77 回/分、心身とも平常な状態であった。運動後 2 分経過時は 22KU/L であり、早い応答を示したが、僅かな上昇に過ぎなかった。t 検定において、運動開始前と運動後 2 分経過時との間に有意差 ($p<0.05$) がみられたが、31KU/L を超えなかった為、運動負荷による疲労・ストレスはないものと判断した。心拍数は 90 回/分を示し有意差が認められた ($p<0.05$)。運動後 10 分経過時は 17KU/L で運動開始前と同一値までに低下し、運動後 2 分経過時との間に有意差がみられた ($p<0.05$)。運動後の時間経過により徐々に回復傾向が認められた。しかし、どの時間帯も 31KU/L を超えることはなく、全学生として疲労・ストレスがあるという判定には至らなかった。心拍数は運動後 10 分経過時に 85 回/分を示し、運動後 2 分経過時との間に有意差が認められた ($p<0.05$)。即ち、学生全体の傾向として、運動により心拍数が一時的に上昇し、10 分経過時内で回復には向かっているが、戻りきってはいないことが分かった。

今回のアンケート調査⁹⁾において、「スマートフォンや PC を 1 日何時間利用するか」という質問回答を基に利用時間を算出したところ、全学生の平均操作時間は 4.89 時間/日であることが分かった。これは、全国大学生生活協同組合「第 53 回学生生活実態調査」¹⁰⁾ 結果の 177.3 分/日 (男子 174.4 分、女子 180.3 分) を上回った。日常的かつ長時間にわたるスマホ操作が、回復速度の低下をもたらす要因のひとつではないかと考えられた。

2. 全男性群

全男性群の運動開始前の唾液アミラーゼ値は 11KU/L を示した。山口ら¹²⁾ は、同年代の男性の唾液アミラーゼ値が 25.6KU/L であると報告しているが、今回の値はこれよりやや低かった。この時の運動開始前の心拍数は、82 回/分で一般的な心拍数 70 ± 10 回/分の平常範囲をわずかに上回ったが、心身ともに平常であったとして差し支えないと判断した。運動後 2 分経過時になると運動開始前の 2 倍以上に相当する 24KU/L まで増加し、早い応答を示し、有意差が認められた ($p<0.05$)。また、心拍数は 104 回/分まで急上昇し、有意差が認められた。 ($p<0.05$) 唾液アミラーゼ値の上昇と同様な動きをみせていたが、疲労・ストレスはないと判定された。さらに、

運動後 10 分経過時には運動開始前と 2 分経過時の中間値 17KU/L まで回復した。運動後 2 分経過時と 10 分経過時との間に有意差はみられなかった。心拍数も 92 回/分とやや落ち着き始めたが、運動開始前までは戻りきらなかった。したがって、運動負荷による心拍への影響が強く現われ、安静状態に回復しているとはいいたい状態で、酸素要求度も高かったと思われる。心拍数とアミラーゼ値とが同様の挙動を示したが、前者が安静状態にまで回復するには更なる時間が必要と思われた。

運動負荷により分泌した唾液アミラーゼ値から疲労を評価したところ、運動後 2 分経過時の心拍数が 104 回/分まで上昇しているにも関わらず、疲労・ストレスがみられなかったのは、平常時の値自体がやや低いことが有力な要因と考えられた。また、唾液アミラーゼ値・心拍数共に、回復にはタイムラグが存在すると推察した。

3. 全女性群

全女性群の運動開始前の唾液アミラーゼ値は 19KU/L と全男性群と比較してやや高く、心拍数は 77 回/分と低かった。いずれにしても平常な状態で開始された。運動後 2 分経過時は 22KU/L とさほど運動負荷の影響があるとは思えなかった。心拍数は運動後 2 分経過時には 87 回/分とやや増加傾向を示したが、全男性群の 104 回/分には及ばなかった。運動前と運動後 2 分経過時との間には有意差が認められた ($p<0.05$)。次に 10 分経過時になると 17KU/L まで低下し、ほぼ運動開始前の値までに戻った。運動後 2 分、10 分経過時の唾液アミラーゼ値は、全男性群と比較して僅かに低値か、同一レベルで有意差が認められた ($p<0.05$)。運動後 10 分経過時には唾液アミラーゼ値が回復し、白岩ら⁷⁾の結果と酷似していた。全男性群の評価と同様に疲労・ストレスがあるという判定には至らなかった。運動後 10 分経過時の心拍数は 84 回/分となり、2 分経過時との間に有意差が認められた。 ($p<0.05$)

唾液アミラーゼ値および心拍数ともに全女性群の方が運動終了後の回復が早いことが分かった。運動後 2 分経過時と 10 分経過時との唾液アミラーゼ値を比べて全男性群には減少傾向がみられたものの有意差は無く、全女性群の減少には有意差が認められた。即ち、運動後の疲労回復は、女性群の方が顕

著に表れたと考えられる。斎藤¹³⁾らは、運動後の回復に関して、筋酸素利用効率の違いにより女性の方がより早いと報告している。

全男性群とは異なり唾液アミラーゼ値に有意差が生じた原因のひとつに、測定を行った環境が挙げられる。今回は過度なストレスとならないよう測定間の私語等を厳禁にしたわけではなく、あくまでも穏やかに過ごしてほしいとの条件で行った。授業は時間割の関係から午前クラス、午後クラスに分けられた。双方のクラスとも男性は5名前後、女性は30名前後という男女数の違いがあり、人数の多い女性の方が測定間の会話等リラクゼーションがより図られたのではないかということが推察された。この件に関して、入江¹⁴⁾は、リラクゼーションによる変化は女性の方が大きいと報告しており、同様の結果であった。

また、日常的な運動習慣が関係している可能性もあるが、今回のアンケート調査に運動習慣の項目を設定していなかった為確認できなかった。さらに、各個人に潜在する運動能力の差も関与する為一概に言えない。単純な運動負荷のみならず運動前後の精神状態にも左右されると指摘¹⁵⁻¹⁷⁾されていることから、精神状態を無視することが出来ない要因と思考された。

4. 午前グループ

午前男性グループの運動開始前の唾液アミラーゼ値は、6KU/Lと極めて低値を示した。心拍数は81回/分とほぼ平常に収まった。運動後2分経過時には27KU/Lで運動開始前の4倍以上に上昇し、身体への負荷を強く受けたと思われた。有意差がみられ ($p<0.05$)、疲労・ストレスややありの数値に近似していた。また、10分経過時は18KU/Lに下降したが、安静時状態に回復することはなく、その速度は緩慢であった。

次に、心拍数から負荷の状態をみると、2分経過時には101回/分と運動開始前の1.2倍までに上昇し、有意差がみられた ($p<0.05$)。運動負荷による疲労は酸素要求度や心拍数にも現われたと考えられる。その後、10分経過時には93回/分にまで減少したが、運動開始前までには至らなかった。運動負荷による疲労は、極めて大きいことが分かった。

午前女性グループの運動開始前の唾液アミラー

ゼ値は21KU/L、2分経過時でも21KU/L、10分経過時は17KU/Lで推移した。運動開始前からかなりの高値であったが、疲労・ストレスありとは判定されなかった。運動負荷による影響は観察されず、10分経過時まででも殆ど増減を示さなかった。それに対して、心拍数は運動開始前が74回/分と最も低く、2分経過時には84回/分とやや増加傾向がみられたものの有意差は認められなかった。10分経過時には80回/分を示した。運動後2分と10分経過時との間には有意差が現れ ($p<0.05$)、運動後の心拍数の回復している様子が男性グループよりも顕著に現れた。一貫して疲労感、緊張感、ストレス感などを受けていない状態であったと考えられる。被験者の人数が全男性の約8倍と多く、会話などから運動後のリラクゼーションが促進されたと考えた。運動後2分経過時の心拍数は84回/分と、他のどのグループとの間でも有意差が認められた ($p<0.05$)。心拍数が低いことから、今回の踏み台運動に関して、このグループが最も身体的負担が少なかったと考えられる。田中¹⁸⁾は、運動強度に比例して唾液アミラーゼ値も上昇したと報告している。今回の対象となった学生の身体能力は個人差がある為、平均心拍数の比較だけで実施した踏み台運動負荷によりどの程度の負荷がかかったのか判断しにくい。運動後10分経過時の唾液アミラーゼ値の平均をみると、全男女学生は殆ど16KU/L~18KU/Lの範囲内に収まっていたことからグループ間では有意差が認められなかった。

5. 午後グループ

午後男性グループの運動開始前の唾液アミラーゼ値は16KU/L、心拍数は83回/分であった。後者はやや高めであったが、ほぼ平常な状態で開始された。運動後2分経過時には22KU/Lを示した。運動開始前の唾液アミラーゼ値と比べてやや上昇はみられたものの有意差はなかった。心拍数は一挙に108回/分まで急上昇し、かなりの運動負荷を受けていることが伺えた。この値は午前男性グループを上回った。しかし、唾液アミラーゼ値の上昇は観察できなかったことから、唾液アミラーゼ値と心拍数が出現する時間にタイムラグが生じたか、午後の測定による日内変動と関係するのかわ不明であり、その原因究明は今後の課題になると思われる。運動後10分経過時には運動開始前とほぼ同レベルの17KU/L

までに回復した。心拍数は 92 回/分を示し、午前男性グループと異なり有意差はみられなかったものの回復が早い傾向がみられた。双方の男性グループとも運動負荷による身体的負担がかかり、心拍数が一時的に上昇し、10 分の休憩を経ても運動開始前の心拍数に回復するにはやや時間を要することが分かった。

午後女性グループの運動開始前の唾液アミラーゼ値は 18KU/L、心拍数は 80 回/分、運動後 2 分経過時では 24KU/L、心拍数は 92 回/分が得られ、運動開始前との間で有意差が認められた ($p<0.05$)。10 分経過時の唾液アミラーゼ値は 16KU/L になり回復傾向がみられた。心拍数は 89 回/分が得られ、運動後 2 分経過時との間に有意差が認められた ($p<0.05$)。午前女性グループのアミラーゼ値と殆ど同じ傾向を示し、疲労・ストレスはみられなかった。日内変動はみられなかった。運動後 2 分経過時から 10 分経過時までの心拍数の回復は、午前・午後女性グループの方が男性グループより早い傾向があり、心拍数の回復と疲労の回復の相関はみられなかった。運動強度は午前・午後の男性グループにとっては 10 分間で回復できる程度のものであるが(表 1)、筋酸素利用効率が女性の方が良く¹³⁾、回復に繋がっているのではないかと考えられる。

6. 性差とその傾向について

運動開始前の午前・午後男性群の唾液アミラーゼ値を比較すると、午前の方が極端に低値を示した。しかしながら、心拍数はほとんど差がないことが分かった。踏み台運動というストレスに対して敏感な反応をみせたことにより、運動開始前の唾液アミラーゼ値は急激な上昇に繋がったと推察される。運動開始前と運動後 2 分経過時との間において有意差が認められた ($p<0.05$)。

アンケート結果⁹⁾をみると、午前男性グループは「疲労感がある」「ストレス感がある」と訴えた割合が少なく、日常的な疲労やストレスは他のグループより低いのではないかと考えた。

一方で午前女性グループは「疲労感がある」と訴えた割合が高く、また「ストレス感がある」と訴えた割合も午前男性グループより高かった。運動開始前の唾液アミラーゼ値が他のグループよりも高い結果となったのは、日常的な疲労やストレスの蓄積が

原因でないかと推察した。踏み台運動では唾液アミラーゼ値が変化するほどの重度な疲労やストレスを感じにくく、逆に気分転換等のリラクゼーションとして運動後 10 分経過時の唾液アミラーゼ値は下降したのではないかと考えた。上記の通り、筋酸素利用効率が女性の方が良く、疲労の早期回復に繋がっているのではないかと考えられる。また、午前女性グループは運動開始前と比較して心拍数の上昇の度合は少なく、田中ら¹⁸⁾の報告と同様、今回の踏み台運動での身体的負担が少なかったと考えられる。

運動開始前の唾液アミラーゼ値を比較してみると、午前・午後女性グループでは午前グループの方がやや高く、それぞれの男性グループとは逆の結果になった。心拍数を比較してみると、午後女性グループの方がやや早く、それぞれの男性グループと同一の傾向が認められた。運動後 2 分経過時の唾液アミラーゼ値は、僅かに午後グループの方が高値を示した。一方、心拍数は午後グループが早い心拍で僅かに運動負荷の影響がみられた。

運動後の心拍数の回復は、全男性群の方が早い傾向があった。このことから心拍数の回復と疲労の回復の相関はみられなかった。

運動後 10 分経過時の唾液アミラーゼ値について、午前男性グループと午後女性のグループ間に有意差が認められた ($p<0.05$)。他のグループ間では有意差はみられなかったものの、上記の通り、女性グループの方が低値を示す傾向がみられ、運動後の回復は女性グループの方がより早かったのではないかと推察される。入江ら¹⁴⁾が報告している結果と酷似していた。

午前男性グループと午後女性グループの運動後 10 分経過時の心拍数に有意差が認められたが ($p<0.05$)、全男性群、全女性群の運動開始前の心拍数を比較したときと同様、午前男性グループと午後女性グループの唾液アミラーゼ値に差はみられなかった。

各個人に潜在する運動能力の差をより明確にする必要性があり、日常的な運動習慣の有無を確認することが欠かせないと思われた。同時に測定時に実施する運動強度も検討課題であると考えられる。

IV 結論

今回、当校第2学年学生について、踏み台運動を実施し唾液アミラーゼ値および心拍数を測定した。唾液アミラーゼ値からは、疲労・ストレスがあると判定されるグループは見出せなかった。安静時における唾液アミラーゼ値は、男性群の方が低値を示す傾向があり、女性群との間で有意差が認められた。運動後2分経過時は男女ともに唾液アミラーゼ値の上昇傾向がみられたが、男性群の方がより顕著で、運動開始前との間で有意差が認められた。運動後10分経過時は男女ともにアミラーゼ値の低下傾向を示したが、回復は女性群の方がより顕著であることが分かった。スマホの利用時間が長い午後男性グループと最短の利用時間である午前男性グループの唾液アミラーゼ値および心拍数を比較しても大きな隔たりのないことが分かった。

謝辞

本調査の実施に当たり、主旨に賛同しご協力いただきました武蔵野栄養専門学校第47期生の皆様に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 眞木俊夫、朝日直人、池田大佑、岩井秀明: 専門学校生の踏み台運動負荷による唾液アミラーゼ値及び心拍数への影響(第2報), 武蔵丘短期大学紀要, 25-2, 7-12 (2017).
- 2) 厚生労働省: 平成29年版 過労死等防止対策白書(2017).
- 3) Gerber M, Börjesson M, Ljung T, Lindwall M, Jonsdottir I.H.: Medicine & Science in Sports & Exercise "Fitness Moderates the Relationship between Stress and Cardiovascular Risk Factors." 48(11), 2075-2081 (2016).
- 4) 厚生労働省: 健康日本21 (第2次), (2013).
- 5) 山口昌樹、金森貴裕、金丸正史、水野康文、吉田博: 唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか, 医用電子と生体工学, 39-3, 234-239 (2001).
- 6) 山口昌樹: 唾液マーカーでストレスを測る, 日薬理誌, 129, 80-84 (2007).
- 7) 白岩加代子、長谷いずみ、田中聡: 運動負荷に対する唾液アミラーゼ反応の男女差, 理学療法科学, 28-4, 451-455, (2013).
- 8) 中野敦行、山口昌樹: 唾液アミラーゼによるストレスの評価, バイオフィードバック研究, 38-1, 3-8 (2011).
- 9) 朝日直人、池田大佑、岩井秀明、眞木俊夫: 専門学校生の疲労・ストレス感に関するアンケート(第2報) —恒常的な疲労感を抱く生活状況—, 武蔵丘短期大学紀要, 26 卷 (2018) 印刷中
- 10) 秋山俊雄: 心電図に含まれる予後推定情報Ⅱ. 安静時心拍数と予後の関係, J.ELECTROCARDIOLOGY 31 (4), 425-441 (2011).
- 11) 第53回学生生活実態調査: 全国大学生活協同連合組合
<https://www.univcoop.or.jp/press/life/report.html>
- 12) 山口昌樹、花輪尚子、吉田博: 唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能, 生体医工学 45(2), 161-168 (2007).
- 13) 斎藤陽子、大槻毅、家光素行、前田清司、鯉坂隆一: 間欠的掌握運動後の筋出力回復動態の性差と筋酸化動態との関連, 体力科学, 55-4, 433-442 (2006).
- 14) 入江正洋、福盛英明: 大学生を対象としたストレス負荷とリラクゼーション誘導による唾液アミラーゼ活性の変化, 九州大学学術情報リポジトリ, 33, 27-32 (2011).
- 15) 川島聡子、萩原久美子、下永田修二、野村純、野崎とも子: 運動前後の精神的変化とストレス応答物質の関連, 千葉大学教育学部研究紀要, 54, 263-270 (2006).
- 16) 岡本博照、菊川忠臣、神山麻由子、照屋浩司、和田貴子: 都市部救急隊員の疲労と唾液アミラーゼ活性値民族衛生, 78-3, 61-75 (2012).
- 17) 大林由佳、平元美和、山下祥子、吉村耕一: 唾液アミラーゼによるストレス後の気分変動の予測, ストレス科学研究, 27, 49-54 (2012).
- 18) 田中弘之、藤森貴大、北原嘉之: 持久的運動時の唾液中の α -アミラーゼ活性値の変動要因, 鳴門教育大学研究紀要, 30, 485-493 (2015).